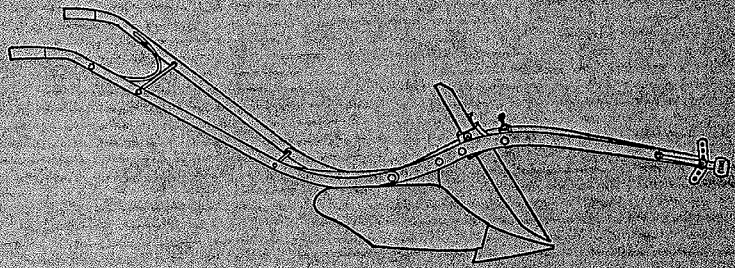


Lantbrukshögskolan
UPPSALA

RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Agricultural College of Sweden, 750 07 Uppsala 7
Reports from the Division of Soil Management



NR 10

JANUARI 1968

Reijo Heinonen,

Åke Huhtapalo:

BESVARADE OCH OBESVARADE FRÅGOR
OM RADMYLLNING AV KVÄVEGÖDSEL.

Besvarade och obesvarade frågor om radmyllningen av
kvävegödsel

Av

Reijo Heinonen och Åke Huhtapalo

Kombinerade såmaskiner och separata gödselspridare med radmyllningsanordning introduceras år 1968 på den svenska marknaden i flera olika fabrikat. Detta har ökat intresset i hithörande växtnärings-, jordbearbetnings- och maskinfrågor, varav en del redan har blivit relativt väl belysta i senaste årens försök. En del viktiga detaljfrågor är dock fortfarande obesvarade och detta bildar svåra hinder för maskintillverkarnas utvecklingsarbete. Industrin är ovillig att satsa helhjärtat på den produkttekniska utvecklingen innan riktlinjerna och kraven på maskinen är bättre definierade. Följande översikt har gjorts med tonvikt på sådana frågor vars utredning nu är mest angelägen.

1. - Radmyllning kontra bredspridning och övergödsling?
2. - Obunden radmyllning kontra placering på ett fixerat avstånd från utsädesraden?
3. - Radavstånd vid obunden radmyllning?
4. - Hur djupt skall gödseln placeras?
5. - Gödselbillens form och bearbetningsverkan.
6. - Kombinerad såmaskin med gödselrad i vartannat mellanrum?

1. Radmyllning kontra bredspridning och övergödsling?

I östra Sverige och södra Finland är radmyllningens fördelar (skördeökning, tidigare och jämnare mognad) väl dokumenterade. I vårstråsäd har den genomsnittliga skördeökningen varit ca 300 kg/ha och tidighetsskillnaden 2-5 dagar. I nederbördsrikare trakter är fördelarna sannolikt mindre, men ingenting tyder på att radmyllning under några förhållanden skulle vara sämre än bredspridning och nerharvning (se t.ex. Heinonen 1967). I fortsättningen behövs radmyllningsförsök av allmän karaktär, d.v.s. fältförsök där radmyllning jämförs med alternativa metoder, framförallt i sådana områden där metoden inte tidigare prövats.

Till jämförande försök bör man välja en beprövad variant av radmyllningstekniken (myllningsdjup 8-10 cm, radavstånd inte mer än 15 cm). Åtminstone en lämplig maskin (Juko) med mycket noggrant utmatningssystem (växellåda, räfflade valser) har nyligen kommit till marknaden, och

därför föreligger det inga tekniska hinder för ordnandet av sådana försök. (Denna rekommendation avser endast försöksverksamhet, vi har inte undersökt olika maskiners prestanda i praktisk drift.). Om vanlig såmaskin används måste man belasta billarna tungt och köra långsamt för att erhålla tillräckligt myllningsdjup. Om gödselspridaren och såmaskinen har samma radavstånd måste sårriktningen avvika något från gödselradernas riktning så att risken för dragning i samma spår undviks (särskilt farligt med urea).

Som alternativmetod bör man välja det spridningssätt som är vanligast i området ifråga. Om kalksalpeter används (den måste då ingå även i radmyllningsledet.) är alternativet främst övergödsling efter uppkomsten som har gett med medelhög N-giva 2-4 % högre skörd än nedbrukning före sådden. Detsamma torde enligt nyare försök gälla även kalkammonsalpeter i Västergötland (Johansson och Jönsson 1967). Med NP, NPK och urea är alternativet nerharvning före sådd. Mest angelägna är försök med urea, men det vore idealiskt om man på varje ställe kunde ordna ett parallellförsök med något av de vanligare kvävehaltiga gödselmedlen. Att pröva olika gödselmedel i samma försök är svårt eftersom försök med ett medel redan har minst 9 led (4 givor, 2 metoder, 0).

Det är mycket viktigt att försöken omfattar så höga N-givor att skördekurvans optimum blir väl klarlagd. Två tekniskt väl lyckade försök, ett med urea och ett med kalksalpeter, gav nämligen år 1967 det något överraskande resultatet att den optimala kvävegivan var högre vid radmyllning än vid bredspridning (se fig. 1 och 2). Liggsädesbildningen påverkade inte resultaten. Liknande har oss veterligen inte konstaterats tidigare, och det kan vara en tillfällighet, men resultatet hade i båda fall en sådan sannolikhetsgrad, att det förtjänar uppmärksamhet i fortsättningen.

Man kan tänka sig olika teoretiska förklaringar till att växterna synes tåla och t.o.m. effektivt utnyttja högre gödselgivor vid radmyllning än vid bredspridning. Skadliga saltkoncentrationer, pH- och jonbalansstörningar i rotmiljön undviks när gödseln är placerad i strängar, på betryggande avstånd från utsädet, vilka växterna kan beta av successivt. Brouwer och Loen (1962) har visat att plantans näringsbehov kan styra rötternas förgrening och näringsupptagning från gödselsträngarna. Detta tyder på att radmyllningen ger goda möjligheter till balanserad och sannolikt även tidsmässigt gynnsamt fördelad näringsupptagning.

Det är sannolikt att olika växtslag och sorter reagerar något olika för radgödsling som stimulerar speciellt initialutveckling och tidig bestockning. Det är därför viktigt att det görs noggranna observationer om bestockning, ax- och grönskottsbildning, liggsäd och mognadsförlopp på alla försök. Enligt Olereds (1967) undersökningar sjunker kärnans vattenhalt under mognadsförloppet ca 1 % per dag och detta överensstämmer väl med våra observationer. En viss procentsskillnad i kärnans vattenhalt kan därför tolkas som motsvarande tidighetsskillnad

i dagar. Tidigare mognad kan vidare i princip översättas. Även till skördeökning eftersom den ger möjlighet att välja en senare och i regel högre avkastande sort. En dag längre växttid innebär i genomsnitt ungefär en procent högre skörd (Bengtsson 1967).

2. Obunden radmyllning kontra placering på ett bestämt avstånd från utsädesraden?

Ingenting kan vara bättre än en exakt placering av konstgödsel 4-6 cm vid sidan av och 4-8 cm djupare än utsädesraden, men hittills har vi inte fått fram några entydiga resultat som skulle bevisa att en så exakt placering faktiskt skulle vara behövlig. I sidled obunden radmyllning något under sådjupet har i ett antal försök varit inom felgränserna likvärdig med ovannämnda exakta placering. Ett exempel återges i fig. 3. I fristående, obunden radmyllning måste visserligen någon del av utsädet alltid hamna direkt ovanför gödselraden där gröningsmiljön är sämre, men eventuella små luckor i beståndet har tydligen ringa effekt på skördeavkastningen. Risken för hämmad utveckling i gödselradens närhet är störst med urea (fig. 4; se även Volk 1965, Widdowsen et al 1964). Knauer (1966) konstaterade skadeverkan på majs även när urearaden var 4-6 cm vid sidan av och 5 cm djupare än utsädesraden, men på grund av det stora radavståndet var gödselgivan per löpmeter ganska hög, motsvarande 200 kg N/ha med 12 cm:s radavstånd.

3. Radavstånd vid obunden radmyllning?

Inga säkra avkastningsskillnader har konstaterats mellan 12 och 18 cm (Elonen 1967), men en viss randighet synes alltid förekomma i spannmålsbeståndet under försumaren om gödselradernas avstånd är 18 cm eller mera. Detta ökar naturligtvis risken för grönskottsbildning, och eftersom ökningen av radavståndet samtidigt minskar gödselmyllningens harvningsverkan, finns det ingen anledning att göra billavståndet hos separata radmyllningsmaskiner större än vad som är nödvändigt med tanke på risken för att billarna skall skjuta jord framför sig. 13-15 cm förefaller lämpligt ur alla synpunkter. När gödselmyllaren har något större radavstånd än såmaskinen, elimineras risken att såbillarna systematiskt skulle dras i gödselbillarnas spår, om såmaskinen körs i samma riktning som myllaren eller är kopplad efter densamma.

24 cm:s radavstånd har i alla våra försök varit sämre än 12 cm (en bild av en sådan maskin hade utan författarens medverkan kommit efter artikeln Heinonen 1967). Vi studerar möjligheten att använda 24 cm:s radavstånd i fasta maskinkombinationer (varannanradspacering), men anser att det är felaktigt vid obunden radmyllning.

4. Hur djupt skall gödseln placeras?

I denna fråga är försöksmaterialet alltför litet för att definitiva svar skulle kunna ges. Nya försök med olika myllningsdjup är därför nödvändiga, i synnerhet med urea som har gett en del problematiska resultat.

Myllningsdjupets variation på området mellan 7 och 15 cm har tidigare inte gett några klara utslag i skördeavkastningen, men på sommaren 1967 fick vi resultat som tyder på att en relativt djup radmyllning är säkrast under torra förhållanden (försöket såddes sent), om den djupa myllningen kan genomföras utan att skada såbäddens struktur (fig. 4 och 5). Med hittills saluförda maskiner har detta inte varit möjligt, eftersom billkonstruktionen har varit sådan att stora fuktiga jordklumpar lätt har dragits upp till markytan. Denna olägenhet kan elimineras genom att göra billen smal och kilformig i framkanten (se nästa avsnitt). I den mån sådana konstruktioner kommer till marknaden kan djupare myllning provas, framförallt med urea. Ingenting tyder på att ett radmyllningsdjup på 10-12 cm under några förhållanden skulle kunna ge ur växtnäringssynpunkt sämre resultat än grundare myllning.

5. Gödselbillens form och bearbetningsverkan

Hittills byggda finska radmyllningsmaskiner kan betraktas som kulturharvar med gödselrör bakom varje bill. Billen är ganska bred och böjd så att den har kraftig jordsökning. Konstruktionen motiveras med det att man har velat kombinera gödselmyllningen med möjligast effektiva jordbearbetning. Tankegången är riktig om man med "effektiv jordbearbetning" menar planering av fältets ojämnheter samt uppbrytning och blandning av jorden ända ner till billspetsarnas arbetsdjup. I sådana fall måste bearbetningsorganen sätta största möjliga jordmassa i rörelse, och för detta ändamål måste billen vara så bred att den verkligen bryter jorden och inte bara skär en elastiskt slutande fåra.

På lättare jordar och i synnerhet på fuktiga kapillära jordarter vill man kanske gärna kombinera gödselmyllningen med en "effektiv jordbearbetning" av ovan beskrivna typ, men på lerjordarna ställer man andra krav på myllningsorganens arbete. Den inledande utjämnningen gör man helst redan på hösten eller tidigt på våren på tjäle, och vid tiden för gödselspridningen finns det då inte mera behov av att röra mycket jord för att fylla svackor och fåror. Man vill i stället hushålla med vatten, bevara froststrukturen i ytlagret och undvika att luckra upp jord under sådjupet. Dessutom är matjordens centrala och djupare delar ofta ännu så fuktiga att de i vilket fall som helst är obearbetbara. I en sådan situation vill man helt enkelt med minsta möjliga dragkraftsanvändning placera gödseln till önskat djup. Detta sker bäst om billarna är så smala att jordens elasticitetsgräns inte överskrides. Den kritiska billbredden torde vara högst $3/4$ " (Payne 1956). Ammoniakmyllaren kan tydligen arbeta helt på det elastiska området (vilket innebär minskat dragkraftsbehov), och erfarenheterna av vår försöksmaskin

tyder på att det kanske är möjligt även vid nedmyllningen av dagens homogena granulerade gödselmedel. Billarna vars största bredd är 18 mm har arbetat störningsfritt och dessutom placerat gödselkornen på fårans botten mycket noggrannare än vad t.ex. vanliga såmaskinsbillar gör. Vi har därför beslutat använda liknande utformning på såbillarna (fig. 6).

I själva såbädden från 2 till ca 5 cm:s djup vill man i regel ha fint bruk (froststruktur), men under torra förhållanden vill man samtidigt behålla det översta 2 cm-lagret på ytan och inte blanda det med underliggande fuktigare jord. Kravet för "icke blandning" fylles bäst av smala raka pinnar, och dessa är bäst även vid sönderdelningen av torra jordklumpar. En smal bill med vass framkant (krokpinnharv) orsakar nämligen en hög "punktbelastning" när den träffar en koka och sönderdelningsverkan blir därmed bättre än hos bredare billar. Endast när det gäller brytning av relativt fast jord, är den breda billen effektivare, men denna verkan kommer sällan fram i lerjordarnas ytlager. Vid vårbruket är detta i regel så torrt att även den smalaste billen orsakar en brytning som sträcker sig flera cm åt båda sidor, och då blir skillnaden mellan breda och smala billar ganska liten. Även frostsprickorna underlättar sönderdelningen och minskar skillnaden mellan breda och smala billars verkan.

Ur maskinutvecklingssynpunkt är det mycket önskvärt att man på radmyllningsförsök gör anteckningar om ovan diskuterade jordbearbetningstekniska frågor.

6. Kombinerad såmaskin med gödselrad i vartannat mellanrum?

En kombinerad såmaskin skulle bli mera kompakt och lättare att manövrera, om det skulle vara tillräckligt med en gödselrad endast i vartannat mellanrum mellan såraderna. Man kunde då med fördel bygga billsystemet på enheter som består av en gödselbill, två såbillar och en bär-rulle. Eftersom avståndet i sidled mellan gödsel- och såraderna då är fixerat till 6 cm, och man kan välja ett optimalt myllningsdjup förväntar man sig ett resultatet av varannanradsplaceringen skulle bli detsamma som med en gödselrad i varje mellanrum mellan såraderna.

Tyvärr har vi inte kunnat verifiera denna hypotes. Ett tekniskt vällyckat försök med urea till korn gav år 1967 det oväntade resultatet att varjeradsplaceringen var klart bättre, i synnerhet vid mindre myllningsdjup (fig. 5). Om djupare myllning kan utjämna skillnaden blev oklart. Eftersom denna fråga är avgörande för den maskintekniska utvecklingen, är det mycket angeläget att snabbt få den utredd. Vi avser att under de närmaste 2-3 åren koncentrera undersökningarna på försök av den typ som återges i fig. 5, med både urea och andra gödselmedel.

Om varannanradsmyllningen mot förväntan inte skulle bli konkurrenskraftig återstår som närmaste alternativ enkel radmyllare som har samma arbetsbredd som såmaskinen. En

snabb kopplingsanordning, som i arbetsläge är ledad i alla riktningar, skulle ge flexibla kombinationsmöjligheter. Industrin synes dock vara mindre intresserad av att börja arbeta med sådana lösningar innan frågan om varannanradsplaceringen är klarlagd.

Sammanfattning

Vissa av radmyllningens fördelar är väl dokumenterade, men många viktiga frågor är ännu öppna. I dagens läge är det mest angeläget att få svar på följande frågor:

1. Är det tillräckligt att placera en gödselrad i vartannat mellanrum mellan stråsädens sårader?
2. Var är gödselradens optimala läge i förhållande till såraderna vid varje resp. varannanradsgödsling?
3. Skiljer sig skördekurvans form och optimipunkt vid radgödsling från andra metoders?

De två första frågorna kan endast besvaras av institutioner som har specialbyggda försöksmaskiner. Den tredje frågan kan däremot överföras till den regionalt arbetande försöksverksamheten, eftersom åtminstone en serietillverkad radmyllningsmaskin, som är lämplig för dessa försök har kommit till marknaden.

Försök behövs i synnerhet med urea, men man bör helst dubblera varje försök med något av de vanligare kvävehaltiga gödselmedlen.

Litteratur

- Bengtsson, A. 1967. Foderspannmål - odlingsmaterialet och dess värdering. Lantmannen 78, nr 14-15, 14-18.
- Brouwer, R. & Loen, E.A. 1962. Growth and uptake of individual crown roots of Zea mays L. Jaarb. I.B.S. 1962, 19-25.
- Elonen, P. 1967. Hur borde konstgödselns radmyllning utföras? Maskinjournalen 1967, nr 22.
- Heinonen, R. 1967. Resultat av försök med radmyllning av kvävegödsel 1964-66. Värtnäringsnytt 1967, nr 4, 23-30.
- Johansson, O. & Jönsson, L. 1967. Jämförande försök med kalksalpeter och kalkammonsalpeter. Lantbr.högsk. medd. A 80, 1-42.
- Knauer, N. 1966. Wirkung der NP- und P-Reihendüngung auf Wachstumsverlauf, Mineralstoffernährung und Ertrag von Mais. Landw. Forsch. 19, 196-204.
- Olered, R. 1967. Development of α -amylase and falling number in wheat and rye during ripening. Plant Husbandry 23, 1-106.
- Payne, P.C.J. 1956. The mechanical properties of soil in relation to basic cultivation. J. Inst. Brit. Agr. Engin. 12, nr 4, 3-16.
- Volk, G.M. 1965. Transformations and mobility of band-placed urea. Proc. Soil Crop Sci. Soc. Florida 25, 202-211.
- Widdowson, F.V. & Penny, A. & Williams, R.J.B. 1964. Side-placing urea and other nitrogen fertilizers for spring barley. J. Agr. Sci. 62, 73-82.

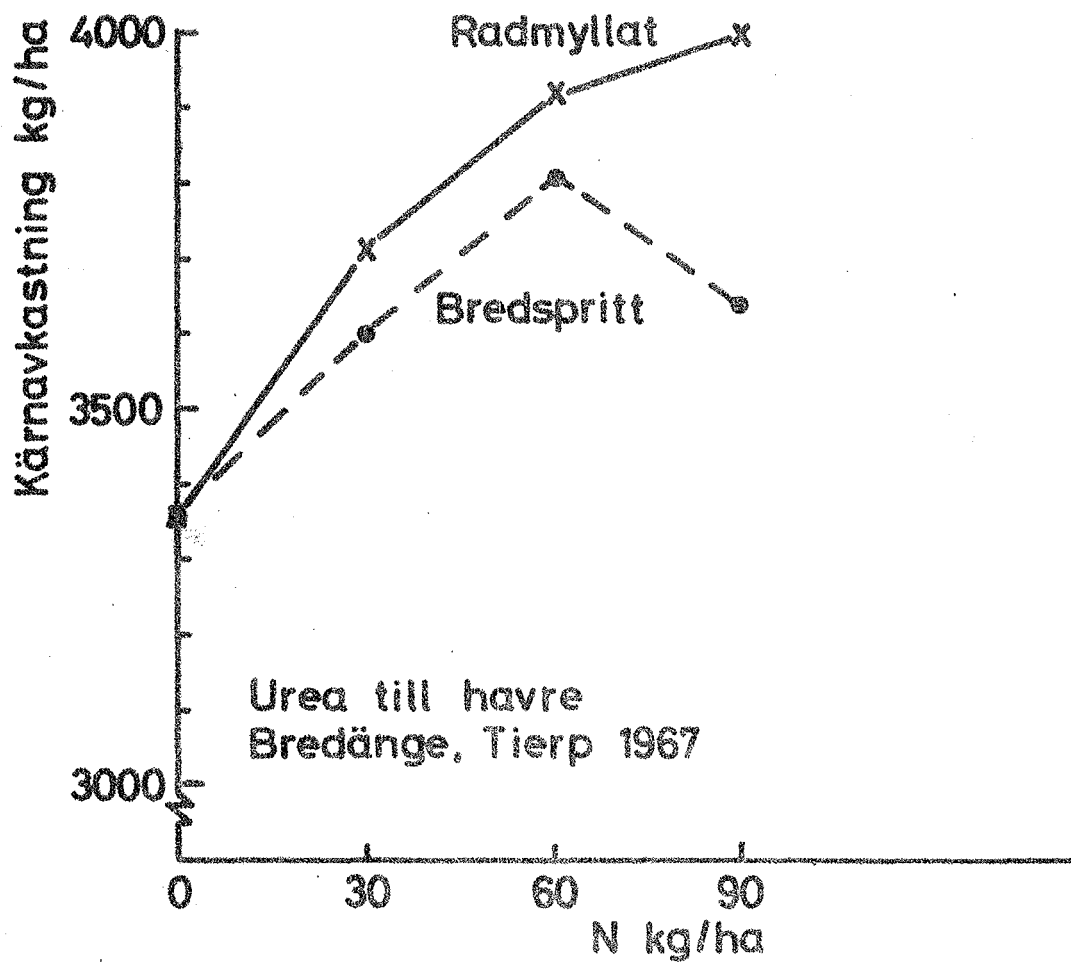


Fig. 1.

Stigande mängder urea till havre. En jämförelse mellan radmyllning (en gödselrad till varje sårad) och bredspridning framför såbillarna i kombination med sådd.

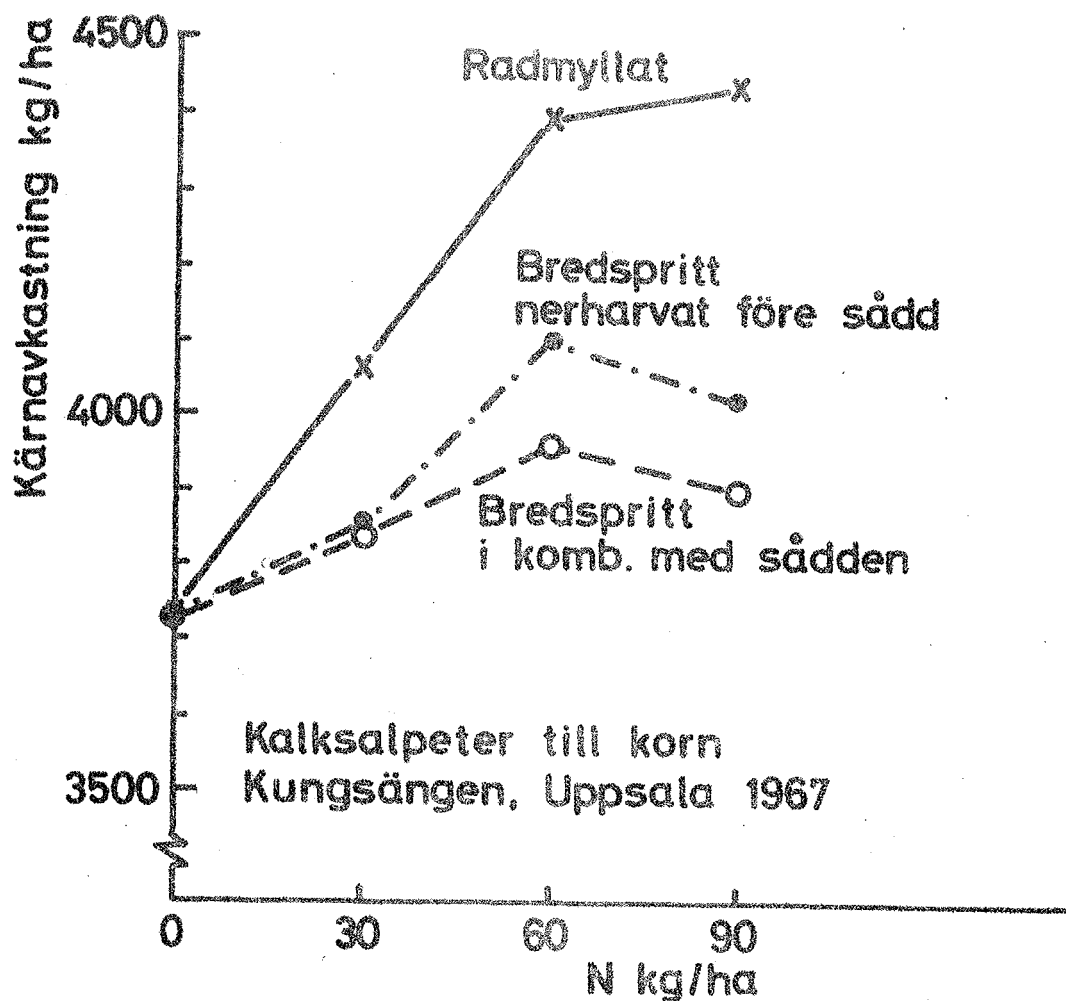
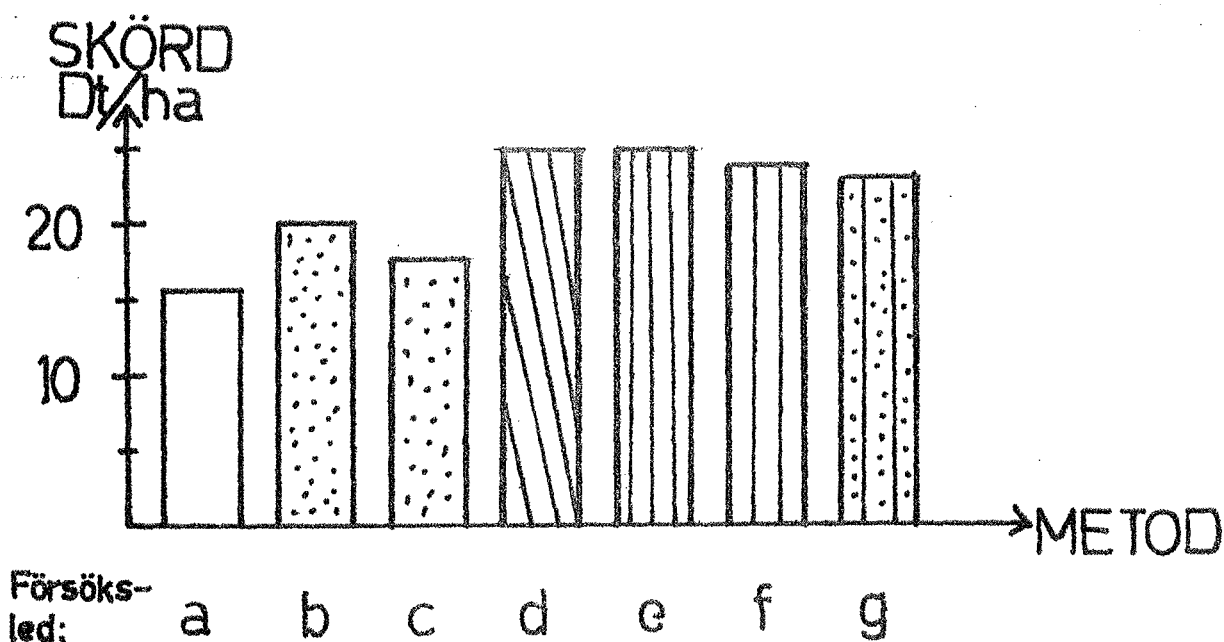


Fig. 2.

Stigande mängder kalksalpeter till korn med tre olika metoder: 1. radmyllning (en gödselrad mitt emellan varje sårad, 3 cm djupare än utsädet), 2. bredspridning och nedharvning före sådd, 3. bredspridning framför såbiller i kombination med sådd.

Ett extra försöksled med övergödsling efter uppkomsten gav med 90 kg N 3930 kg/ha (= nr 3 ovan), men var flera dagar försenat i utvecklingen och hade ännu vid skörden 3 %-enheter högre vattenhalt än andra försöksled (skillnaderna mellan 1-3 var då redan utjämnade).



- a. Ogödslat.
- b. Bredspritt och nedbrukat med harv före sådden.
- c. Bredspritt framför såbillarna i kombination med sådden.
- d. Radmyllat (12 cm radavstånd) före sådden och snett mot sårriktningen.
- e. Radmyllat mitt emellan varje sårad i kombination med sådden.
- f. Radmyllat mitt emellan varannan sårad i kombination med sådden.
- g. Halva givan radmyllad mitt emellan varannan sårad och halva bredspridd, allt i kombination med sådden.

Fig. 3. En jämförelse mellan 3 metoder där hela gödselgivan, 60 kg N/ha i form av NPK 16-16-16, radspritts, 2 metoder där givan bredspritts och 1 metod där halva givan rad- och halva bredspritts. Grödan var Ingrid Korn. Försöket låg på moig lättlera och såddes den 6.6.1967.

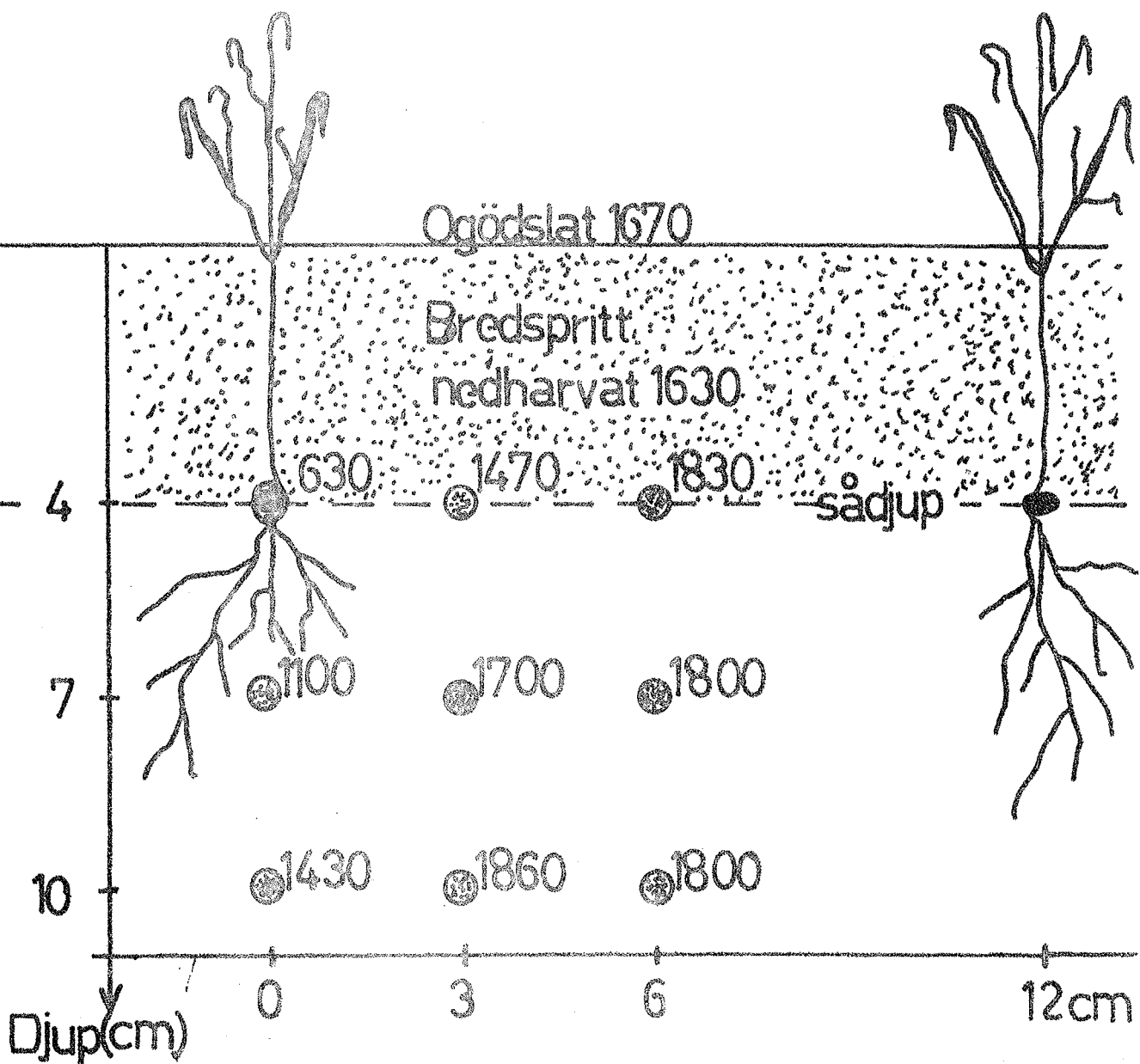


Fig. 4.

Schematisk bild av ett orienterande försök i vårvete gödslat med urea, där olika placering av gödselsträngar, i förhållande till utsädesraderna jämförts med bredspritt och nedbrukat med harv före sådden. Siffrorna på bilden anger hektarskörden kärna vid resp. placering. Försöket såddes mycket sent, därigenom blev första månaderna av vegetationsperioden mycket torra, vilket förklarar den låga skördenivån. (Ogräset utnyttjade också radspridd gödsel väl).

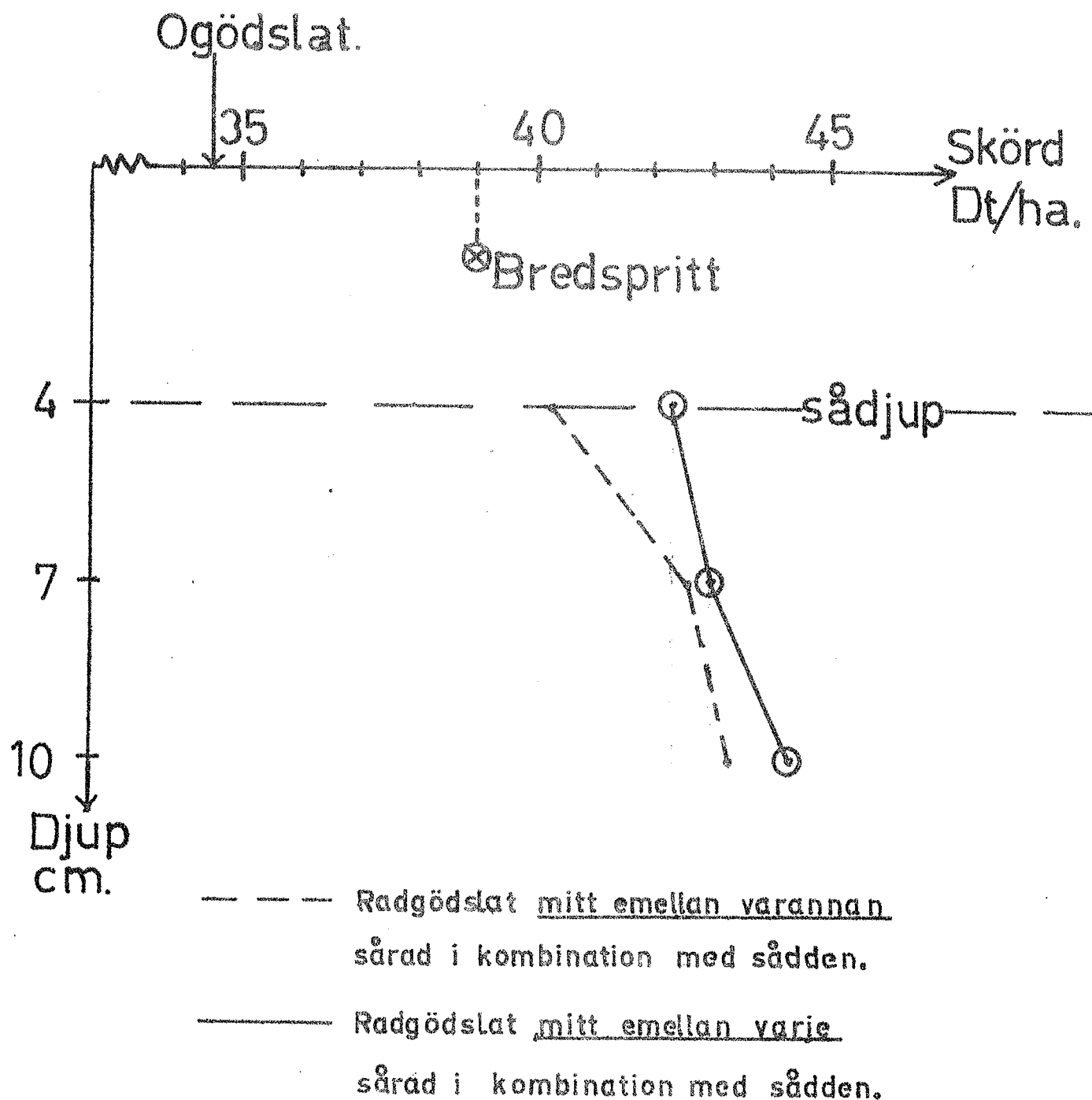


Fig. 5.

Jämförelse mellan olika placeringsdjup av urea (90 kg N/ha) till korn, mitt emellan varje och varannan utsädesrad. I försöket ingick även leden "Bredspritt, nedbrukat med harv, före sådden och "Ogödslat".

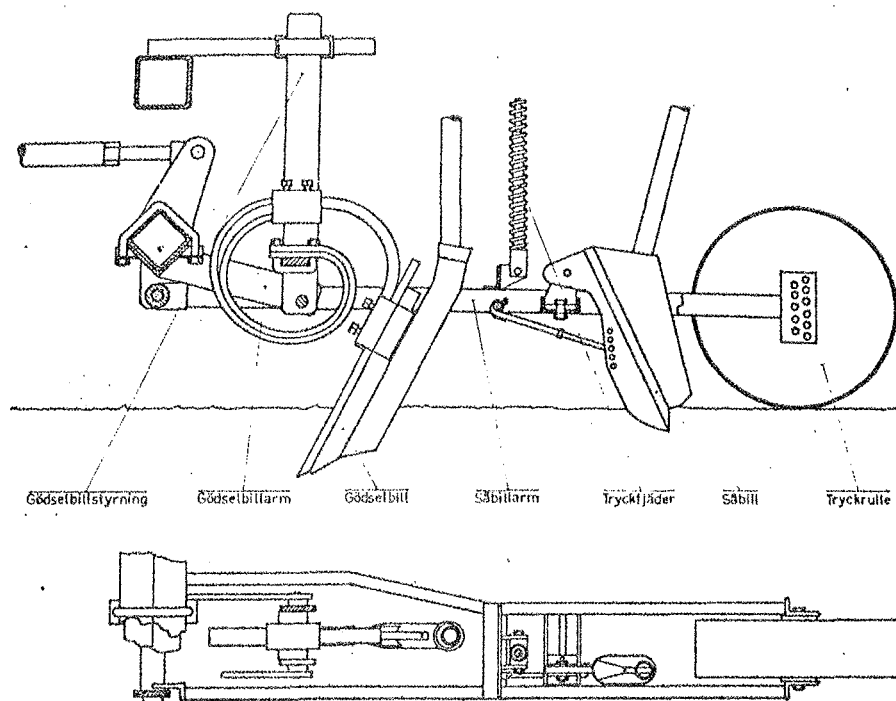


Fig. 6.

Billsystem hos vår försöksmaskin m/1967 (konstr. Huhtapalo och Hallén). Till 1968 års försök skall såbiller utbytas mot en rak bill av samma typ som gödselbiller ovan.